



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**ANALISIS FASIES BATUAN PERM-TRIAS DAN PROSPEKSI
BATUAN INDUK DAN RESERVOIR DI CEKUNGAN TIMOR,
NUSA TENGGARA TIMUR**

**NASKAH PUBLIKASI
TUGAS AKHIR**

**ANDI HERI PRASTIAN
L2L 009 056**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI**

**SEMARANG
DESEMBER 2013**

ANALISIS FASIES BATUAN PERM-TRIAS DAN PROSPEKSI BATUAN INDUK DAN RESERVOIR DI CEKUNGAN TIMOR, NUSA TENGGARA TIMUR

Andi Heri Prastian*, Hadi Nugroho*, Yoga Aribowo*, Asep Kurnia Permana**
(corresponding email: andiherip@gmail.com)

*Program Studi Teknik Geologi Universitas Diponegoro, Semarang

**Pusat Survei Geologi, Badan Geologi Bandung

ABSTRACT

Timor Basin is one of the basin in the Eastern Indonesia which could have a greatest hydrocarbon potential, however the geological conditions are poorly understood due to the complexity of geological condition, lack of geological and geophysical data, and overwhelming of many different geological concept. This research was conducted in the Kekeno Area, Nenas, South Central Timor, East Nusa Tenggara.

The purpose of this study is to arrange a complete sequence of lithostratigraphy, analysis of depositional environment facies, macropaleontological, petrographic and organic petrology analysis. It could compare the relationship between rocks deposited in specific depositional environment with potential as a reservoir and source rock.

The method of this study is done by geological field observation by measuring stratigraphic section in some geological traverses to taking the stratigraphy data in detail, and laboratory analysis as petrographic analysis, paleontology, and organic petrology.

The result of the facies analysis shows that Permian aged rocks deposited on the Middle Fan and Lower to Upper Slope Facies. The Triassic rocks deposited on the Outer Fan, Outer Shelf to Upper Slope, Middle Fan and Inner Fan Facies. From analysis of organic petrology, rock as a potential source rock is black shale of Niof Formation deposited on Outer Fan Facies, with high Vitrinite Maceral composition (87.1%) were included in the Gas Prone Potential category (>95%). Sandstones of Babulu and Cribas Formation from petrographic analysis indicate poorer levels percentage of porosity is very small (<5%) were included in the classification of bad, so both of the formations are not good potential as a reservoir.

Keywords: *Facies, Depositional Environment, Permian-Triassic Rocks, Reservoir and Source Rock Potential, Kekeno Area.*

I. PENDAHULUAN

Cekungan Timor merupakan salah satu cekungan *semi mature* (Permana, 2012), yaitu cekungan yang dianggap belum mempunyai prospek untuk menghasilkan hidrokarbon, yang berada di kawasan Indonesia Timur yang diperkirakan mempunyai prospek sumberdaya hidrokarbon. Namun keterbatasan data lapangan dan survei bawah permukaan menjadi salah satu penyebab kurang menariknya kegiatan eksplorasi migas di Cekungan Timor ini. Penelitian ini dilakukan untuk mengumpulkan data stratigrafi, menyusun stratigrafi rinci pada lintasan terpilih, serta membuat penampang stratigrafi terukur secara lengkap. Dari penampang stratigrafi lengkap tersebut dapat dilakukan

analisis litofasies, analisis petrografi dan makropaleontologi, analisis petrologi organik, dan analisis fasies lingkungan pengendapan.

II. LOKASI PENELITIAN

Lokasi penelitian difokuskan di Daerah Kekeno, yaitu di daerah Nenas dan sekitarnya, Kabupaten Timor Tengah Selatan, Nusa Tenggara Timur. Lokasi penelitian berada sekitar 130 km ke arah Timur Laut dari Kota Kupang. Luas wilayah penelitian adalah 125 km². Untuk mencapai lokasi penelitian dari pusat Kota Kupang menuju ke Kota Soe, dilanjutkan perjalanan dari Kota Soe menuju Desa Nenas menggunakan mobil 4WD selama 2 hari perjalanan.

III. GEOLOGI REGIONAL TIMOR BARAT

3.1 Stratigrafi Regional

Menurut Sawyer dkk. (1993) menyatakan bahwa litostratigrafi regional Timor secara umum disusun oleh:

a. Batuan Dasar (*Basement*)

Batuan dasar di Pulau Timor sulit untuk diketahui. Batuan dasarnya berupa sekis, filit, amfibolit, dan serpentinit pada Kompleks Mutis atau Lolotoi. Sawyer dkk. (1993) berpendapat bahwa batuan dasar yang terdapat pada Pulau Timor berumur Pra-Perm karena komposisi batuanannya mirip dengan batuan pada kompleks Mutis atau Lolotoi.

b. Sikuen Kekneno

Umur Sikuen Kekneno berkisar dari Perm Awal hingga Jura Tengah dengan hiatus pada Jura Akhir, dimana terdiri dari beberapa formasi yaitu:

➤ Formasi Maubisse

Formasi Maubise berumur antara Perm Awal hingga Perm Akhir, dengan litologi penyusunnya berupa batugamping dan batuan beku ekstrusif yang merupakan batuan tertua di Timor Barat.

➤ Formasi Atahoc

Formasi ini berumur Perm Awal berdasarkan umur dari fosil *Ammonite*. Litologi dominan yang menyusun adalah batupasir halus *Arkose*.

➤ Formasi Cribas

Formasi Cribas berumur Perm Awal yang terdiri dari batupasir aneka warna, batulanau, serpih hitam, dan batugamping bioklastika.

➤ Formasi Niof

Formasi ini berumur Trias Awal hingga Trias Tengah dengan litologinya batulempung berlapis tipis, batuserpih warna merah, abu-abu, hitam dan coklat, batupasir *greywacke*, napal, dan batugamping masif.

➤ Formasi Aitutu

Formasi ini berumur Trias Awal hingga Trias Akhir. Litologinya berupa batugamping putih-merah muda dengan perselingan batulempung karbonatan berwarna abu-abu hitam.

➤ Formasi Babulu

Litologi yang menyusun formasi ini terdiri dari perselingan batulanau-batulempung dan batupasir masif. Pada permukaan bidang

perlapisan terdiri dari Brachiopoda, fragmen tumbuhan, fosil jejak dan *Ammonite* berukuran kecil.

➤ Formasi Wailuli

Litologi yang menyusun formasi ini adalah batulempung gelap dengan perselingan batugamping organik, kalsilitit, batulanau, dan batupasir. Umur dari formasi ini adalah Jura Awal-Jura Tengah.

c. Sikuen Kolbano

Sikuen Kolbano mempunyai kisaran umur litologi dari Jura Akhir hingga Pliosen Awal, dimana sikuen ini disusun oleh:

➤ Formasi Oebaot

Formasi ini berumur Jura Akhir dan dibagi menjadi dua fasies litologi yaitu Batupasir masif, cirinya jarang memiliki kedudukan perlapisan, tapi saat diamati terdiri atas perselingan batulanau dan batupasir. n Batupasir glaukonit berlapis dengan ciri ketebalan lapisan sekitar 40-50 cm. Fosil *Ammonite* dan *Belemnite* banyak ditemukan pada unit ini.

➤ Formasi Nakfunu

Litologi yang penyusunnya adalah radiolarit, batulempung, batulanau, kalsilitit, kalkarenit, *wackestones*, dan *packstones*. Kehadiran fosil radiolaria sangat melimpah, sedangkan fosil foraminifera jarang ditemukan.

➤ Formasi Menu

Formasi ini berumur Kapur dan memiliki litologi yang mirip dengan Formasi Ofu yang berumur Tersier. Formasi ini tersusun atas batugamping dimana terdapat lapisan tipis atau nodul rijang merah, serta menunjukkan adanya belahan yang intensif.

➤ Formasi Ofu

Formasi ini diendapkan setelah terjadinya hiatus pada Paleosen Awal sampai Miosen Akhir. Litologi penyusun dari formasi ini adalah batugamping masif berwarna putih-merah muda dengan kenampakan rekahan konkoidal-sub konkoidal.

d. Sikuen Viqueque

Sikuen ini mencakup Formasi Viqueque dan beberapa unit melange meskipun hubungan genetiknya sulit untuk dijelaskan (Sawyer dkk., 1993). Berikut adalah formasi penyusun dari sikuen ini:

➤ Formasi Viqueque

Kisaran umur formasi ini adalah Miosen Akhir - Pleistosen. Formasi ini dapat dibagi

menjadi dua anggota formasi yaitu anggota Batu Putih, tersusun atas litologi kalsilutit putih masif serta napal abu-abu dengan rombakan tumbuhan. Anggota Noele, terdiri dari litologi napal, napal tufaan, kalsilutit tufaan, biokalkarenit, batugamping pasiran, batulanau, dan batupasir.

➤ Melange

Terdapat dua jenis unit melange yang dapat diidentifikasi di Timor yaitu Batulempung bersisik Bobonaro dan Melange Sonnebait. Batulempung bersisik Bobonaro merupakan endapan melange *sedimentary* atau olisostrom dan diapir. Melange Sonnebait, merupakan endapan melange akibat proses tektonik, dicirikan oleh batulempung yang mengalami rekristalisasi dan banyak blok batuan yang menunjukkan gerusan.

IV. HIPOTESIS PENELITIAN

- Diperkirakan litologi yang akan dijumpai pada daerah penelitian adalah batupasir, batulanau, serpih, batugamping dan lava bantal dari semua formasi yang terdapat pada daerah Nenas dan sekitarnya.
- Fasies lingkungan pengendapan dari batuan pada daerah penelitian adalah pada Laut Dangkal hingga *Submarine Fan* yang diperkirakan terdiri dari beberapa subfasies, diantaranya yang kemungkinan dijumpai adalah Fasies *Shelf*, Fasies *Slope Deposit*, Fasies *Inner Fan Deposit*, Fasies *Middle Fan Deposit*, Fasies *Outer Fan Deposit* dan Fasies *Basin Plain*.
- Diperkirakan pada Cekungan Timor, batuan yang prospek sebagai batuan induk adalah serpih Formasi Niof dan yang mempunyai prospek sebagai batuan reservoir adalah Batupasir dari Formasi Babulu.

V. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini ada dua metode, yaitu metode observasi dan metode analisis. Metode observasi terbagi menjadi dua, yaitu observasi pendahuluan dan observasi rinci untuk memperoleh data geologi lapangan. Sedangkan metode analisis mencakup analisis stratigrafi, struktur geologi, petrografi, makropaleontologi, petrologi organik, dan fasies lingkungan pengendapan.

VI. DISKUSI

6.1 Stratigrafi Daerah Nenas dan Sekitarnya

Dari hasil pengukuran penampang stratigrafi, pada daerah penelitian dapat dibagi menjadi beberapa satuan batuan, diantaranya dari yang tua hingga muda adalah satuan batulanau sisipan batupasir halus, satuan perselingan batulanau dengan batugamping kalkarenit, satuan serpih hitam sisipan batupasir halus, satuan batugamping *wackstone* sisipan batulanau karbonatan, satuan perselingan batupasir dengan batulanau, dan satuan batupasir sisipan batulanau.

Dari masing-masing satuan batuan tersebut kemudian dilakukan analisis fasies lingkungan pengendapannya. Secara umum batuan yang ditemukan pada daerah penelitian diendapkan pada sistem fasies *Submarine Fan* hingga fasies *Outer Shelf*. Analisis fasies pada daerah penelitian ini dibagi menurut umur batuan, yaitu analisis fasies pada batuan berumur Perm dan analisis fasies pada batuan Trias.

6.2 Analisis Fasies Batuan Perm

Analisis fasies pada batuan Perm berkaitan dengan litologi dari Formasi Atahoc dan Formasi Cribas yang ditemukan di lapangan. Diinterpretasikan bahwa batuan yang berumur Perm pada daerah Kekeno ini diendapkan pada beberapa sistem Fasies *Submarine Fan*, diantaranya adalah Fasies *Middle Fan* dan Fasies *Lower to Upper Slope Deposit*.

a. Fasies *Middle Fan System*

Batuan yang terendapkan pada fasies *Middle Fan System* ini merupakan produk dari arus turbidit dengan tingkat densitas yang tinggi dan rendah. Karakteristik litofasies yang ditemukan di lapangan adalah satuan batulanau sisipan batupasir, perselingan batulanau dengan batupasir halus, dan batupasir masif (Gambar 1A).

Batulanau berwarna abu-abu cerah, relatif kompak, bersifat non-karbonatan, ketebalan setiap lapisan batulanau bervariasi mulai dari 5-20 cm, dan terdapat nodul batupasir halus. Struktur sedimennya *parallel lamination* (Gambar 1B), dan semakin ke lapisan yang muda batulanau semakin dominan (Gambar 1A). Batupasir berwarna abu-abu cerah, bersifat non karbonatan, ukuran

butir pasir halus sampai sedang, bentuk butir membundar (*subrounded*), sortasi baik, dan ketebalan batupasir bervariasi antara 6-70 cm. Struktur sedimen yang dijumpai diantaranya adalah *normal graded bedding*, *parallel lamination*, *small scale cross lamination*, dan pada batupasir bagian bawah (*bottom*) semakin ke atas atau ke arah yang muda batupasirnya semakin menebal (*thickening upward*), sedangkan pada bagian atas (*top*) batupasirnya semakin ke atas ada yang semakin menipis atau *thinning upward* (Gambar 1B).

Pada fasies *Middle Fan System* ini karakteristik litofasiesnya masih dapat dibedakan lagi menjadi beberapa endapan subfasies, diantaranya adalah endapan *Suprafan Lobe Deposit* pada bagian bawah (*bottom*), *Middle Fan Channel Deposit*, dan *Leveed Channel of Submarine Middle Fan*.

➤ **Subfasies Suprafan Lobe Deposit**

Endapan pada *Suprafan Lobe* merupakan endapan *classical turbidite*, yaitu satuan batulanau sisipan batupasir. Karakteristik khusus sebagai penciri endapan *Suprafan Lobe* adalah pada lapisan batupasir yang semakin ke arah muda semakin menebal lapisannya atau *thickening upward*. Menurut Walker dkk. (1992), endapan yang mempunyai karakteristik *thickening upward* dapat dibandingkan dengan progradasi *Lobe* pada delta, dan oleh karena itu sama halnya dengan endapan *classical turbidite* pada *Submarine Fan* dengan karakteristik *thickening upward* terbentuk selama progradasi dari *Submarine Fan Lobe* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2C untuk model menurut Walker (1992).

Proses progradasi pada *Submarine Lobe* ini terjadi ketika influk material sedimen yang berukuran pasir yang berasal dari *Shelf* lebih banyak sehingga endapan sedimen pada *Submarine Lobe* akan semakin maju ke arah *Outer Fan* dan *Distal*. Endapan yang ditemukan pada daerah penelitian ini termasuk dalam fasies *Outer Fan*, tetapi tidak terlalu jauh dari batas luar fasies *Middle Fan*. Hal ini dilihat dari lapisan batupasir yang tidak terlalu sedikit dan semakin ke arah lapisan muda semakin tebal (*thickening upward*) seperti pada Gambar 2A.

➤ **Subfasies Middle Fan Channel Deposit**

Endapan *Middle Fan Channel Deposit* dicirikan oleh karakteristik litofasies dimana

terdapat struktur *thinning upward* pada lapisan batupasir. Singkapan pada daerah penelitian terdapat satuan perselingan batulanau dengan batupasir halus, dimana lapisan batupasirnya semakin menipis ke arah muda (*thinning upward*) dan juga ukuran butirnya semakin menghalus ke atas (Gambar 3B). Karakteristik itulah penciri endapan *Middle Fan Channel Deposit*.

Pada endapan *Middle Fan Channel* ini terdiri dari endapan *Channel* pada *Middle Fan* dan endapan *Leveed Channel of Submarine Middle Fan* (Gambar 3). Endapan *Channel* berupa lapisan batupasir masif dan semakin ke arah muda, lapisan batupasir tersebut semakin menipis ke atas (*thinning upward*) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3B. Endapan *Channel* pada fasies *Middle Fan Channel Deposit* ini merupakan endapan *Shallow Channel of Submarine Middle Fan*. Sedangkan endapan *Leveed Channel of Submarine Fan* dicirikan oleh endapan *classical turbidites* berupa batulanau sisipan batupasir.

b. Fasies Lower to Upper Slope Deposit

Dari data lapangan, diperoleh data litologi yang terdiri dari satuan perselingan batulanau dengan batugamping kalkarenit dan satuan perselingan batulanau dengan batupasir di bagian bawah. Batulanau berwarna abu-abu cerah sampai abu-abu gelap, secara umum batulanau semakin menebal ke arah atas perlapisan, sedangkan batugampingnya berwarna abu-abu cerah, ukuran butir pasir halus, sortasi baik, bentuk butir membundar (*rounded*). Struktur sedimen yang ditemukan pada batupasir adalah *parallel lamination*, *small scale cross bedding* dan juga terdapat fosil jejak (Gambar 4).

Batugamping kalkarenit berwarna abu-abu terang, ukuran butir pasir halus, sortasi baik, dan bentuk butir *subrounded*. Struktur sedimen yang ditemukan adalah laminasi. Batugamping ini terdapat komposisi makrofosil berupa fosil *Atomodesma*, *Ammonite*, *Coral* dan *Crinoid* (Gambar 4). Kemunculan makrofosil tersebut terutama fosil *Atomodesma* pada lapisan batugamping kalkarenit, jika dibandingkan dengan peneliti sebelumnya, batuan tersebut termasuk dalam anggota Formasi Cribas.

Hasil analisis karakteristik litofasies dari singkapan batuan di lapangan dan kolom stratigrafi terukur, lapisan batugampingnya semakin menipis ke arah muda (*thinning*

upward) dan juga semakin menghalus (*fining upward*). Pada lapisan batugamping kalkarenit terdapat komposisi makrofosil berupa fosil *Atomodesma*, *Ammonite*, *coral* dan *crinoid*. Fosil-fosil tersebut hanya dapat hidup di lingkungan laut dangkal (*shelf*). Diinterpretasikan bahwa fosil tersebut tertransport melalui *Submarine Canyon* dan kemudian terendapkan pada lingkungan yang tidak jauh dari fasies *Outer Shelf*, yaitu antara fasies *Lower to Upper Slope*.

6.3 Analisis Fasies Batuan Trias

Batuan yang berumur Trias pada daerah penelitian terdiri dari Formasi Niof, Formasi Babulu dan Formasi Aitutu. Berdasarkan hasil analisis fasies pada batuan Trias dari data lapangan, dapat diinterpretasikan bahwa batuan tersebut terendapkan pada beberapa sistem fasies, diantaranya adalah Fasies *Outer Fan System Deposit*, Fasies *Outer Shelf to Upper Slope Deposit*, Fasies *Middle Fan System Deposit*, dan Fasies *Inner Fan System Deposit*.

a. Fasies *Outer Fan System Deposit*

Batuan yang terendapkan pada fasies *Outer Fan* ini merupakan produk dari arus turbidit. Karakteristik litofasies pada fasies *Outer Fan* ini adalah didominasi oleh endapan *classical turbidite*, yaitu satuan serpih sisipan batupasir halus dari Formasi Niof. Serpih berwarna abu-abu kehitaman, pada bagian bawah *shally* (menyerpih) dikarenakan adanya struktur dan semakin ke atas semakin masif, terdapat banyak konkresi atau nodul batupasir sangat halus, bersifat non-karbonatan, dan ketebalan setiap lapisan serpih bervariasi antara 15-110 cm dengan karakteristik lapisannya buruk antara *mm-dm bedded* (Gambar 5B).

Semakin ke arah lapisan yang muda, batulanau semakin menebal. Batupasirnya berwarna abu-abu kecoklatan, ukuran butir halus, sortasi buruk, bentuk butir *subrounded*, bersifat non-karbonatan, ketebalan lapisan antara 5-10 cm. Struktur sedimen yang ditemukan adalah paralel laminasi, perlapisan, *slump*, dan batas erosional pada beberapa lapisan sisipan batupasir halus (Gambar 5B). Pada sistem fasies *Outer Fan Deposit* ini terdiri dari endapan-endapan *Fan Fringe Outer Fan Deposit*, dan endapan *Pelagic Mud*. Keduanya saling berhubungan dan terbentuk pada lingkungan pengendapan yang tidak jauh.

Fasies *Fan Fringe Outer Fan Deposit* merupakan fasies lingkungan pengendapan pada pinggir atau batas luar dari fasies *Outer Fan*, seperti yang ditunjukkan oleh model fasies lingkungan pengendapan *Submarine Fan* oleh Walker dkk. (1992) dan Nichols (2009) yang ditunjukkan pada Gambar 5C.

b. Fasies *Outer Shelf to Upper Slope Deposit*

Fasies *Outer Shelf to Upper Slope Deposit* ini diindikasikan dengan dijumpai litologi batugamping *wackstone* sisipan batulanau karbonatan. Ketebalan lapisan batugamping *wackstone* sisipan batulanau karbonatan tersebut hanya 1,5 meter. Berdasarkan deskripsi batuan secara megaskopis, batugamping *wackstone* berwarna merah, kompak atau masif, ketebalan lapisannya antara 19 cm hingga 25 cm, cenderung menipis ke atas (*thinning upward*), terdapat makrofosil *Halobia*. Sedangkan sisipan batulanau karbonatan berwarna merah kecoklatan, ketebalan lapisannya antara 5 cm hingga 10 cm dan menyerpih (Gambar 6).

Dari karakteristik litologi tersebut, diinterpretasikan bahwa satuan litologi ini merupakan anggota Formasi Aitutu yang terendapkan secara menjari dengan Formasi Niof dan Formasi Babulu. Penentuan fasies lingkungan pengendapan untuk satuan batugamping *wackstone* sisipan batulanau karbonatan tersebut berdasarkan litologi batugamping dan keterdapatan fosil *Halobia* (Gambar 6B).

c. Fasies *Middle Fan System Deposit*

Karakteristik litofasies pada endapan sistem fasies *Middle Fan Deposit* adalah litologinya didominasi oleh satuan perselingan batulanau dengan batupasir halus dan satuan perlapisan batupasir halus dengan batupasir sedang. Fasies *Middle Fan System Deposit* pada umur Trias ini terdiri dari endapan *Middle Fan Channel* dan *Leveed Channel of Submarine Middle Fan*, yang penjelasannya seperti berikut ini:

➤ *Middle Fan Channel Deposit*

Karakteristik endapan pada *Middle Fan Channel* yang terdapat di daerah penelitian adalah adanya lapisan batupasir tebal (7-8 meter) pada bagian bawah (*bottom*), dengan struktur *normal graded bedding*, dan pada batas bagian bawah berupa batas erosional yang mengerosi litologi batulanau di

bawahnya (Gambar 7). Karakteristik tersebut merupakan penciri endapan *Channel Fills*.

Selain itu, kenampakan lainnya yang terdapat di lapangan yang merupakan karakteristik litofasies dari *Middle Fan Channel* adalah adanya batupasir masif berukuran pasir sedang dengan bagian bawah dibatasi oleh batas erosional, di atasnya terdapat lapisan batupasir dengan struktur *normal graded bedding*, dan bagian atasnya terdapat perlapisan batupasir halus dengan batupasir sedang dengan karakteristik lapisannya menebal ke atas atau *thickening upward* (Gambar 7B). *Thickening upward* pada pengisi *Channel* diinterpretasikan terjadi pergantian pengisian influks sedimen yang semakin banyak secara bergantian antara material yang berukuran pasir halus dengan material pasir sedang, dimana dipengaruhi juga oleh faktor arus dan topografi *Channel*.

➤ *Leveed Channel of Submarine Middle Fan*

Endapan *Leveed Channel* pada *Submarine Middle Fan* tidak jauh berbeda dengan endapan *Leveed Channel* pada *Inner Fan* dan *Outer Fan*. Hanya saja pada endapan *Leveed Channel* dari *Middle Fan* dicirikan dengan adanya perubahan ketebalan lapisan batupasir secara cepat semakin ke arah atas semakin menipis. Endapan *Leveed Channel* dari *Middle Fan* terdiri dari endapan *classical turbidite* yaitu berupa perselingan antara batulanau dengan batupasir, dimana secara umum sikuen tersebut memperlihatkan penipisan ke arah muda (*thinning upward*). Penentuan *thinning upward* ini dimulai dari lapisan batupasir dengan batas bawah erosional (Gambar 7A).

Pada satuan perselingan batulanau dengan batupasir halus yang ditemukan di daerah penelitian, secara megaskopis, batulanau berwarna abu-abu cerah, menyerpih, bersifat non-karbonatan, dan ketebalannya antara 5-20 cm. Batulanau semakin menebal ke arah lapisan muda. Batupasirnya berwarna abu-abu kecoklatan, ukuran butir pasir halus, sortasi buruk, bentuk butir *subrounded*, bersifat non-karbonatan, ketebalan lapisan antara 6-17 cm. Berdasarkan data lapangan, karakteristik litofasies tersebut diendapkan pada *Leveed Channel of Submarine Middle Fan*.

d. Fasies *Inner Fan System Deposit*

Karakteristik litofasies yang diendapkan pada Fasies *Inner Fan System Deposit* adalah adanya perlapisan batupasir sisipan batulanau, dimana lapisan batupasirnya semakin ke arah muda semakin menipis. Fasies *Inner Fan System* ini terdiri dari endapan *Inner Fan Channel* dan endapan *Leveed Channel of Submarine Inner Fan* sebagai berikut:

➤ *Inner Fan Channel Deposit*

Endapan *Inner Fan Channel Deposit* ini terdiri dari lapisan batupasir sisipan batulanau, lapisan batupasirnya semakin ke arah atas atau ke arah lapisan yang lebih muda semakin menipis secara bertahap. Batupasir berwarna abu-abu cerah, ukuran butir pasir halus, sortasi baik, bersifat non-karbonatan. Struktur sedimen yang berkembang di antaranya adalah paralel laminasi, perlapisan, dan pada beberapa lapisan batupasir bagian bawahnya terdapat batas erosional yang mengerosi litologi batulanau.

Pola menipis ke secara gradasional pada lapisan batupasir, menurut Walker dkk. (1992) terbentuk karena perubahan lingkungan pengendapan material sedimen dari *Channel* menuju ke bagian *Leveed Channel* yang lebih dalam. Dari karakteristik litofasies tersebut dapat diinterpretasikan bahwa endapan tersebut merupakan endapan *Inner Fan Channel Deposit* (Gambar 8C).

➤ *Leveed Channel of Submarine Inner Fan*

Seperti pada endapan *Levee* lainnya, endapan *Leveed Channel* pada *Inner Fan* juga terdiri dari endapan *classical turbidite* yaitu perselingan batulanau dengan batupasir. Dari deskripsi litologi secara megaskopis di lapangan, pada satuan perselingan batulanau dengan batupasir halus, batulananya berwarna abu-abu cerah, menyerpih, bersifat non-karbonatan, dan ketebalannya antara 5-20 cm. Batupasirnya berwarna abu-abu kecoklatan, ukuran butir pasir halus, sortasi buruk, bentuk butir *subrounded*, bersifat non-karbonatan, ketebalannya antara 6-17 cm.

Endapan *Levee* yang berupa endapan *classical turbidite* menurut Walker dkk. (1992) terbentuk karena proses perkembangan endapan dari *Channel* yang kemudian migrasi atau berpindah ke lingkungan tanggul *Channel* (*Leveed Channel*).

6.4 Model Fasies Lingkungan Pengendapan

Analisis fasies lingkungan pengendapan dilakukan pada unit batuan yang berumur Perm dan Trias. Fasies lingkungan pengendapan dari semua unit batuan tersebut secara umum diendapkan pada Fasies *Outer Shelf* hingga Fasies *Submarine Fan System*. Secara rinci, batuan berumur Perm hingga Trias ini terendapkan pada beberapa fasies, diantaranya adalah Fasies *Middle Fan System*, Fasies *Lower to Upper Slope Deposit*, Fasies *Outer Fan System*, Fasies *Outer Shelf to Upper Slope Deposit*, dan Fasies *Inner Fan System*.

Dari rincian di atas, dapat dibuat model fasies lingkungan pengendapan dari semua satuan batuan yang diendapkan pada masing-masing fasies lingkungan pengendapan dari semua Formasi (Gambar 9).

6.5 Prospek Hidrokarbon

Pada penelitian ini difokuskan pada analisis untuk mengetahui prospek adanya batuan induk dari data komposisi Kerogen dan *Vitrinite Reflectance* dan prospek adanya batuan reservoir dari analisis petrografi pada daerah Keknenno.

a. Prospek Keberadaan Batuan Induk

Dari analisis petrologi organik (Tabel 1), sampel serpih yang diambil adalah dari Formasi Atahoc, Formasi Cribas, Formasi Niof dan Formasi Babulu. Penjelasan mengenai serpih dan batulanau dari beberapa formasi yang prospek sebagai batuan induk adalah sebagai berikut:

➤ Serpih Abu-Abu Gelap dari Formasi Atahoc

Serpih abu-abu gelap dari Formasi Atahoc ini terendapkan pada fasies *Middle Fan System*. Sampel serpih yang diambil untuk analisis petrologi organik ini kemungkinan terendapkan pada *Leveed Channel of submarine Middle Fan*.

Dari hasil petrologi organik diketahui bahwa sampel serpih ini didominasi oleh komposisi maseral *Vitrinite* yaitu sekitar 81,6%, dimana *vitritine* termasuk dalam kerogen tipe III yang memiliki kecenderungan sebagai *Gas Prone Potential*. Dari penjelasan di atas, dapat disimpulkan bahwa serpih yang terendapkan pada fasies *Leveed Channel of Middle Fan* mempunyai prospek sebagai batuan induk sebagai penghasil gas.

➤ Serpih Abu-Abu Kehitaman dari Formasi Cribas

Serpih abu-abu gelap dari Formasi Cribas ini terendapkan pada fasies *Lower to Upper slope* yang terdiri dari endapan *Slope Channel* dan endapan *Leveed Channel slope*. Dari hasil petrologi organik diketahui bahwa sampel serpih dari Formasi Cribas didominasi oleh komposisi maseral *Vitrinite* yaitu sekitar 84,7%, dimana *vitritine* termasuk dalam kerogen tipe III yang mempunyai kecenderungan sebagai *Gas Prone Potential*. Dari pengukuran *vitritine reflectance* pada serpih Formasi Cribas sekitar 1,5% yang termasuk dalam kategori *early peak mature*. Sampel serpih yang diambil untuk analisis petrologi organik ini kemungkinan terendapkan pada *Leveed Channel slope*. Dari hasil analisis petrologi organik dan analisis fasies dapat dilihat hubungannya, yaitu bahwa serpih yang terendapkan pada *Leveed Channel slope* juga prospek menghasilkan gas.

➤ Serpih Hitam dan Serpih Abu-Abu Kehitaman dari Formasi Niof

Serpih abu-abu gelap dari Formasi Niof ini terendapkan pada fasies *Outer Fan Deposit* yang terdiri dari endapan-endapan *Fan Fringe* *Outer Fan Deposit*, dan endapan *Pelagic Mud*. Dari hasil petrologi organik diketahui bahwa sampel serpih dari Formasi Niof didominasi oleh komposisi maseral *Vitrinite* yaitu antara 65,8% - 87,1%, dimana *vitritine* termasuk dalam kerogen tipe III yang prospek sebagai *Gas Prone Potential*. Dari pengukuran *vitritine reflectance* pada serpih Formasi Niof ini rata-rata di atas 1,2% yang termasuk dalam kategori *early peak mature*. Dari analisis tersebut, diketahui bahwa serpih yang terendapkan pada fasies *Outer Fan Deposit* mempunyai prospek sebagai batuan induk dengan kerogen tipe III (*vitritine*) sebagai penghasil gas.

➤ Batulanau Abu-Abu Kehitaman dari Formasi Babulu

Batulanau abu-abu kehitaman dari Formasi Babulu ini terendapkan pada fasies *Inner to Middle Fan System Deposit*, yang terdiri dari endapan-endapan *channel* dan *Leveed Channel Deposit*. Kemungkinan sampel batulanau yang diambil adalah endapan pada bagian *Leveed Channel Deposit*.

Dari hasil petrologi organik diketahui bahwa sampel serpih dari Formasi Babulu

didominasi oleh komposisi maseral *Vitrinite* yaitu antara 45,3% - 88,3%, dimana *vitritine* termasuk dalam kerogen tipe III yang mempunyai kecenderungan sebagai *Gas Prone Potential*. Dari pengukuran *vitritine reflectance* pada batulanau Formasi Babulu ini sekitar 1% yang termasuk dalam kategori *early mature*. Dari analisis tersebut, diketahui bahwa serpih yang terendapkan pada fasies *Inner to Middle Fan Deposit* bagian *Leveed Channel Deposit* mempunyai prospek sebagai batuan induk dengan kerogen tipe III (*vitritine*) yang merupakan *Gas Prone Potential*.

Dari hasil analisis prospek keberadaan batuan induk tersebut, yang lebih mempunyai prospek sebagai batuan induk pada daerah penelitian adalah serpih hitam dari Formasi Niof. Selain nilai persentase dari komposisi maseral *vitritine* yang tinggi, tingkat kematangannya yang sudah mencapai *early peak mature*, juga dilihat dari nilai *Gas Prone Kerogen* yang mencapai lebih dari 95%.

b. Prospek Keberadaan Batuan Reservoir

Analisis laboratorium untuk mengidentifikasi prospek batuan reservoir pada penelitian ini hanya menggunakan analisis petrografi dengan metode *point counting*, yaitu dengan menghitung rata-rata nilai porositas dari seluruh kenampakan di penampang sayatan. Dari kenampakan di lapangan, batuan yang kemungkinan prospek sebagai batuan reservoir adalah batugamping kalkarenit Formasi Cribas dan batupasir Formasi Babulu. Berikut ini adalah penjelasan mengenai hasil analisis petrografinya:

➤ Batugamping Kalkarenit Formasi Cribas

Hasil pengamatan petrografi dari batugamping klastik Formasi Cribas diambil dari sampel AHP 103 A, AHP 105 A, dan AHP 105 C. Dari pengamatan petrografi pada sampel AHP 105 A, terlihat bahwa komposisi yang dominan adalah *skeletal grain* 40% yang berupa pecahan cangkang dan foraminifera (Gambar 10A). Sedangkan komposisi mineral kuarsanya sedikit yaitu 10%. Nama batuan tersebut adalah *Packstone* (Dunham, 1962). Porositas batuan terdiri dari porositas sekunder berupa porositas *vuggy* sebesar 2%. Nilai porositas tersebut diperoleh dari metode *point counting* dengan menghitung rata-rata nilai porositas pada seluruh penampang di sayatan.

Dari pengamatan petrografi pada sampel AHP 103 F, komposisi batuan terdiri dari mineral kuarsa, feldspar, *lithic*, kalsit, dan pecahan cangkang (Gambar 10B). Nama batuan tersebut adalah *Wackstone* (Dunham, 1962). Rongga pori (*pore space*) terdiri dari porositas sekunder berupa *vuggy* (3%), *intragranular* (1%), dan *fracture* atau rekahan (1%). Sedangkan pada sampel AHP 105 C, komposisi mineral terdiri dari mineral kuarsa, *lithic*, kalsit, dan *skeletal grain*. Mineral kalsit lebih dominan yaitu 25%, *skeletal grain* 7%, dan matriks mineral lempung dan lempung karbonat juga dominan yaitu 45%. Tekstur batuan adalah ukuran butir mineralnya antara 0,2–1 mm, ukuran *skeletal grain* antara 0,3-0,8 mm, bentuk butir mineralnya *subangular*, pola susunan batuan didominasi oleh matriks dengan sortasi buruk, dan kontak antarbutir mineralnya adalah *grain floating*. Nama batuan tersebut adalah *Wackstone* (Dunham, 1962).

Dari uraian di atas, rata-rata porositas batugamping kalkarenit dari Formasi Cribas tersebut sekitar 2% sampai 5% dimana menurut Koesoemadinata (1980), persentase porositas tersebut masih dianggap jelek sekali. Namun, walaupun relatif kecil, batugamping kalkarenit dari Formasi Cribas masih memiliki kemungkinan sebagai batuan reservoir dari porositas sekunder berupa *fracture* dan *vuggy* akibat pelarutan.

➤ Batupasir Formasi Babulu

Batupasir Formasi Babulu ini tersebar cukup dominan pada daerah Keknenno terutama pada lintasan sungai Besi dan Lapunuf. Dari kenampakan di lapangan, batupasir Formasi Babulu ini berwarna abu-abu cerah, ukuran butir medium, bentuk butir membulat, dengan sortasi baik dan komposisi mineral kuarsa yang cukup banyak. Dari deskripsi secara megaskopis tersebut batuan ini memiliki prospek sebagai batuan reservoir. Oleh karena itu, diambil beberapa sampel untuk pengamatan petrografi, seperti sampel AHP 110 A, AHP 111 C, dan AHP 112 D.

Sampel AHP 110 A (Gambar 11A) didominasi oleh mineral kuarsa (55%), sedangkan mineral lain jumlahnya sedikit seperti feldspar (4%), *lithic* (10%) dan mineral *opaque* (5%). Komposisi matriks berupa mineral lempung sekitar 9%. Nama batuan tersebut adalah *Sublith Arenite* (Pettijohn, 1975). Tekstur batuan adalah ukuran butir mineral

sekitar 0,05 mm – 0,5 mm, bentuk butir *subangular* hingga *angular*, pola susunan batuan didominasi oleh kristal dengan sortasi buruk, dan kontak antarbutir mineralnya adalah *point contact* dan *concave-convex contacts*. Rongga pori terdiri dari porositas primer berupa *interkristalin* (3%).

Sampel AHP 111 C (Gambar 11B) didominasi oleh mineral kuarsa (60%), sedangkan mineral lain jumlahnya sedikit seperti feldspar (6%), *lithic* (3%) dan mineral *opaque* (6%). Komposisi matriks berupa mineral lempung sekitar 10%. Nama batuan tersebut adalah *Sublith Arkose* (Pettijohn, 1975). Tekstur batuanya adalah ukuran butir mineral sekitar 0,05 mm – 0,6 mm, bentuk butir *subangular* hingga *angular*, pola susunan batuan didominasi oleh kristal dengan sortasi buruk, dan kontak antarbutir mineralnya adalah *point contact* dan *concave-convex contacts*. Rongga pori terdiri dari porositas primer berupa *intergranular* (1%) dan *interkristalin* (1%).

Sampel AHP 112 D (Gambar 11C) terdiri dari mineral kuarsa (35%), feldspar (2%), *lithic* (10%) dan mineral *opaque* (4%). Komposisi matriks berupa mineral lempung sekitar 50%. Nama batuan tersebut adalah *Lithic Greywacke* (Pettijohn, 1975). Tekstur batuanya adalah ukuran butir mineral sekitar 0,03-0,2 mm, bentuk butir *rounded*, pola susunan batuan didominasi oleh matriks dengan sortasi buruk, dan kontak antarbutir mineralnya adalah *grain floating contact*. Rongga pori terdiri dari porositas primer berupa *interkristalin* (1%) dan porositas sekunder berupa *fracture* (5%).

Dari penjelasan di atas, batupasir Formasi Babulu mempunyai nilai porositas batuan rata-rata adalah 3% hingga 6% dimana menurut Koesoemadinata (1980), presentase porositas tersebut termasuk dianggap jelek. Namun, meskipun nilainya kecil, batupasir Formasi Babulu masih mempunyai prospek sebagai batuan reservoir dengan berharap dari porositas sekunder berupa rekahan.

VII. KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

- Satuan batuan pada daerah penelitian dibagi menjadi 6 satuan, yaitu satuan batulanau sisipan batupasir halus, satuan perselingan batulanau dengan batupasir gampingan, satuan serpih hitam sisipan batupasir halus,

satuan batugamping *wackstone* sisipan *redmarl*, satuan perselingan batupasir dengan batulanau, dan satuan batupasir sisipan batulanau.

- Batuan berumur Perm diendapkan pada beberapa sistem fasies *Submarine Fan*, diantaranya adalah Fasies *Middle Fan* dan Fasies *Lower to Upper Slope Deposit*. Sedangkan batuan berumur Trias terendapkan pada beberapa sistem fasies *Submarine Fan* dan fasies laut dangkal, diantaranya adalah Fasies *Outer Fan System Deposit*, Fasies *Outer Shelf to Upper Slope Deposit*, Fasies *Middle Fan System Deposit*, dan Fasies *Inner Fan System Deposit*.
- Batuan yang mempunyai prospek sebagai batuan induk adalah serpih hitam dari Formasi Niof dengan komposisi maseral *vitrite* yang tinggi sebesar 65,8%-87,1%, tingkat kematangannya *early peak mature*, dan nilai *Gas Prone Kerogen* lebih dari 95%. Sedangkan batugamping kalkarenit dari Formasi Cribas dan Batupasir dari Formasi Babulu mempunyai nilai porositas primer berupa *interkristalin* sekitar 2%-3% dan porositas sekunder berupa *vuggy* sekitar 2%-5% akibat pelarutan dan *fracture* sebesar 5%, dimana menurut Koesoemadinata (1980) nilai porositas tersebut dianggap jelek, sehingga batugamping kalkarenit dan batupasir dari kedua formasi tersebut kurang prospek untuk menjadi batuan reservoir. Namun, masih bisa berharap dari porositas sekunder seperti rekahan dan *vuggy* akibat pelarutan.

7.2 Saran

- Target eksplorasi minyak dan gas bumi pada Cekungan Timor khususnya pada Daerah Kekneno direkomendasikan pada batuan berumur Perm-Trias.
- Analisis lebih rinci mengenai batuan yang memiliki prospek sebagai batuan induk direkomendasikan dilakukan pada batuan serpih hitam dari Formasi Niof.
- Eksplorasi lebih lanjut mengenai batuan yang mempunyai prospek sebagai batuan reservoir, penulis merekomendasikan untuk difokuskan pada satuan batupasir Formasi Cribas dan Formasi Babulu, baik analisis SEM (*Scanning Electron Microscope*) maupun analisis porositas.

VIII. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih saya sampaikan kepada seluruh anggota Tim Survei Dinamika Cekungan, Pusat Survei Geologi Badan Geologi Bandung yang telah memberikan saya kesempatan untuk melakukan penelitian di Cekungan Timor, Nusa Tenggara Timur. Terima kasih kepada Bapak Asep Kurnia Permana, selaku pembimbing saya baik di lapangan maupun di kantor, Bapak Hadi Nugroho dan Bapak Yoga Aribowo sebagai dosen pembimbing di kampus yang telah berbagi ilmu, masukan dan arahan dalam penulisan penelitian ini, serta kepada seluruh pihak yang telah mendukung saya selama melaksanakan penelitian hingga selesai.

DAFTAR PUSTAKA

Paper dan Jurnal Publikasi :

- Audley-Charles, M.G., Carter, D.J., 1972. *Paleogeographical significance of some aspects of Paleogene and Early Neogene Stratigraphy and tectonics of the Timor Sea region*. Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology, 11, 247-264, University of London, U.K.
- Bird, P.R and Cook, S.E., 1991. *Permo-Trias Succession of the Kekeno Area, West Timor: Implication for Paleogeography and Basin Evolution*. Journal of Southeast Asian Earth Sciences 6(3/4), 359-371, University of London
- Charlton, T.R., 2002. *The Perm of Timor: stratigraphy, palaeontology and palaeogeography*. Journal of Asian Earth 20 (2002) 719-774
- Sani, K., Jacobson, I., Sigit, R., 1995. *The Thin-Skinned Thrust Structures of Timor*. Proceedings of The Indonesian Petroleum Association 24 Annual Convention 24, 277-193, Indonesia.
- Sawyer, R.K., Sani, K., Brown, S., 1993. *Stratigraphy and Sedimentology of West Timor, Indonesia*. Proceedings of the Indonesian Petroleum Association 22, 1-20, Indonesia

Buku Refferensi :

- Bouma, A.H., 1962. *Sedimentology of some flysch deposits*. Amsterdam, Elsevier, 168 p.
- Dunham, R. J., 1962. *Classification of carbonate rocks according to*

depositional texture, Classification of carbonate rocks. United Stated of Amerika

- Koesoemadinata, R.P. 1980. *Geologi Minyak dan Gasbumi*. Bandung: Penerbit ITB.
- Narbuko, C., dan Abu, A. 2007. *Metodologi Penelitian*. Bumi Aksara: Jakarta.
- Nichols, G., 2009. *Sedimentology and Stratigraphy Second Edition*. Wiley-Blackwell by a John Wiley & Sons, Ltd, UK.
- Pettijohn, F.J., Potter, P.E. & Siever, R. 1987. *Sand and Sandstone*. Springer-Verlag, New York.
- Shanmugam, G., 2005. *Deep-Water Processes and Facies Models: Implications For Sandstone Petroleum Reservoirs*. Department of Earth and Environmental Sciences The University of Texas, U.S.A.
- Walker, R. G., dan James, N. P., 1992. *Facies Model, Response to Sea Level Change*. Geological Association of Canada, Kanada.

Data Analisis:

Analisis Petrologi Organik: Data Komposisi Kerogen dan *Vitrinite Reflectance* untuk Sampel Batuan Perm-Trias Cekungan Timor, Nusa Tenggara Timur tahun 2012 di Instansi Lembaga Minyak dan Gas Bumi, Jakarta.

Laporan Penelitian :

- Permana, A.K., 2012. *Laporan Akhir Penelitian Stratigrafi Cekungan Timor Kelompok Kerja Survei Dinamika Cekungan Tahun Anggaran 2012*. Pusat Survei Geologi, Badan Geologi, Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral, Bandung.
- Wahyudiono, J., 2012. *Laporan Akhir Penelitian Struktur Geologi Cekungan Timor, Nusa Tenggara Timur*. Pusat Survei Geologi, Badan Geologi, Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral, Bandung.

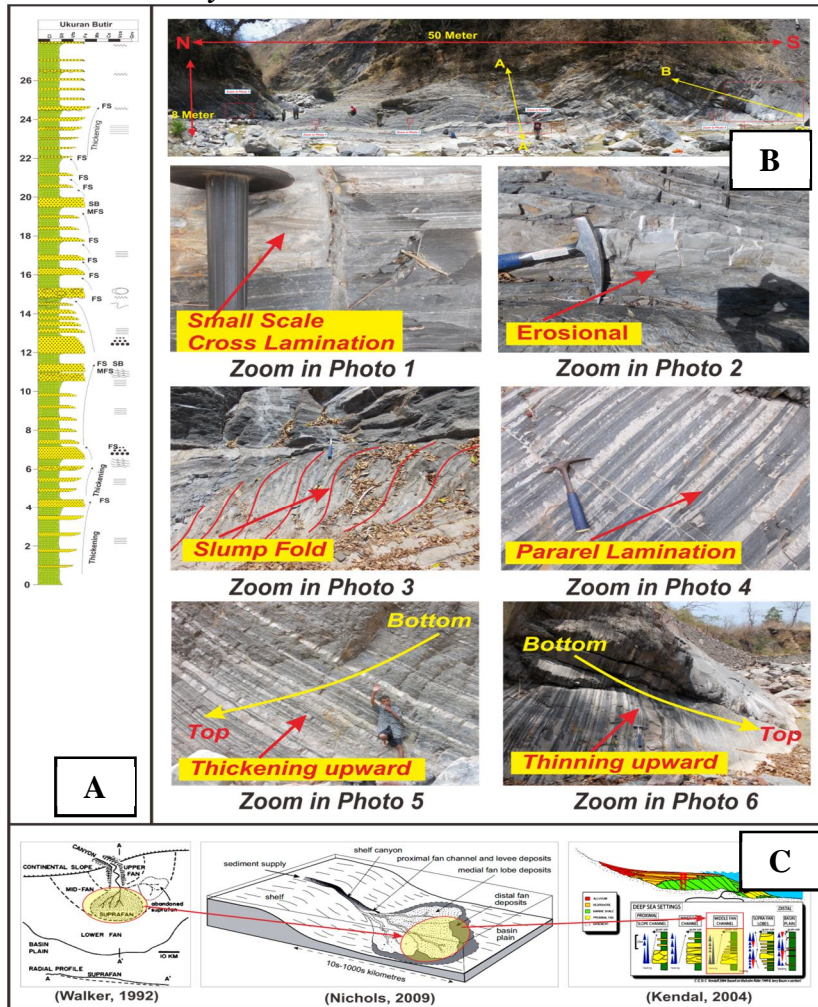
Komunikasi Pribadi :

Komunikasi dengan Aries Kusworo pada tahun 2013 tentang Penentuan Umur Relatif Fosil Atomodesma, Halobia, dan Amonit di Pusat Survei Geologi, Badan Geologi Bandung.

LAMPIRAN

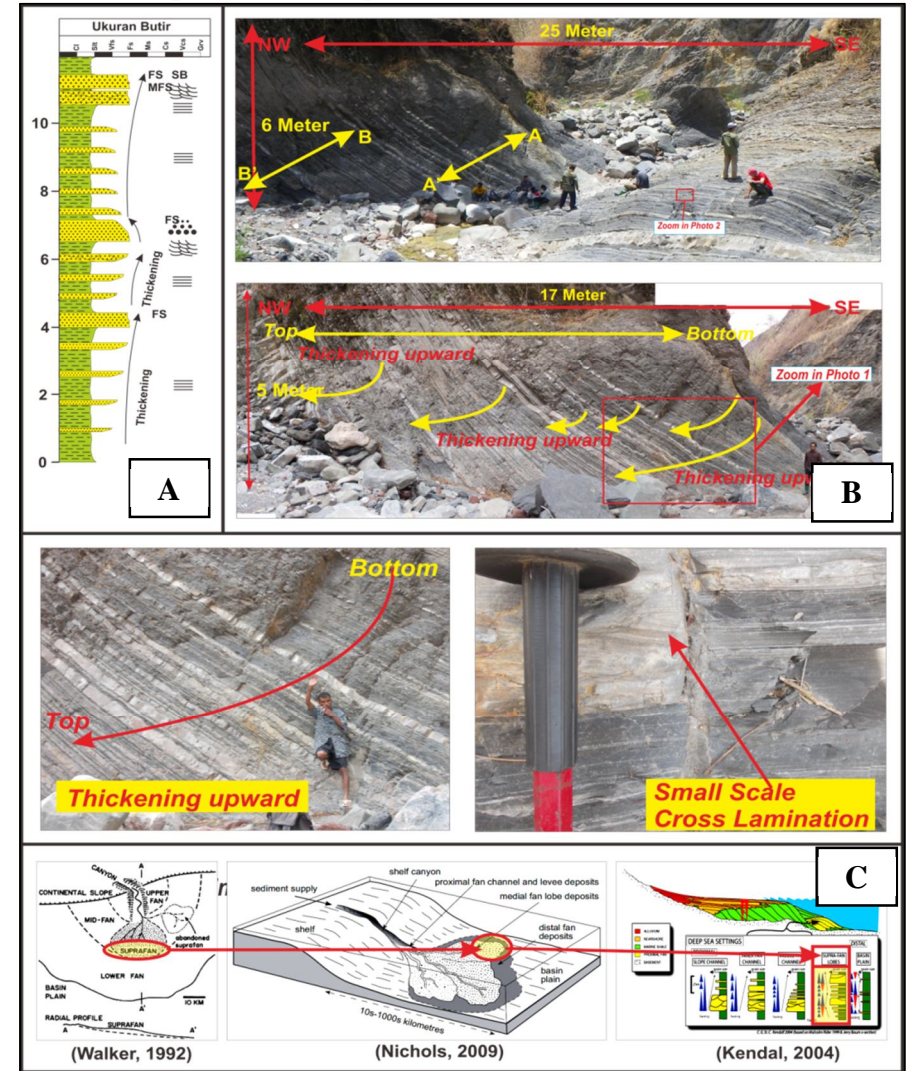
Fasies Batuan Perm

1. Fasies *Middle Fan System*



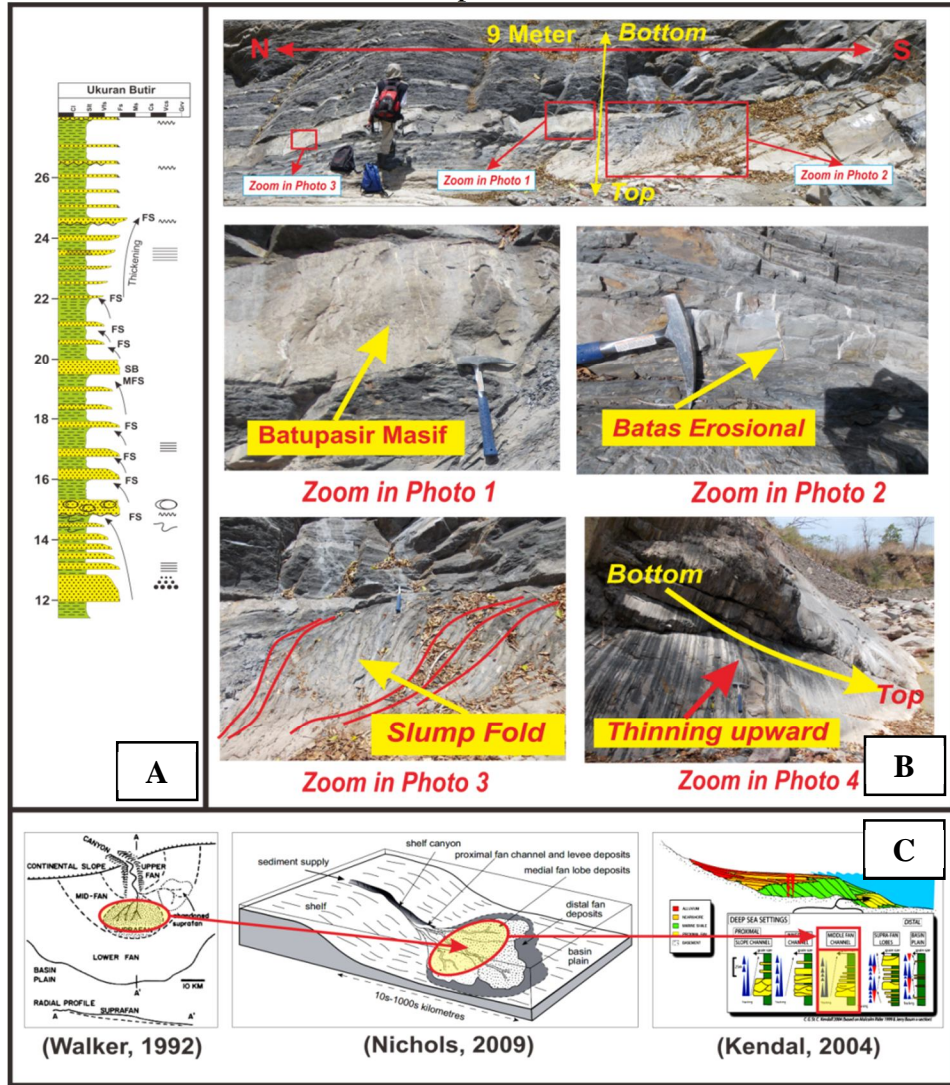
Gambar 1. (A) Penampang stratigrafi yang menunjukkan *Thickening upward* dan *thinning upward*, (B) Foto singkapan dan Struktur Sedimen yang dijumpai di singkapan, (C) Model Fasies Lingkungan Pengendapan dari Fasies *Middle Fan System* (Lokasi: 12 AHP 104 di Sungai Tunsif, Daerah Nenas)

1a. Subfasies *Suprafan Lobe Deposit*



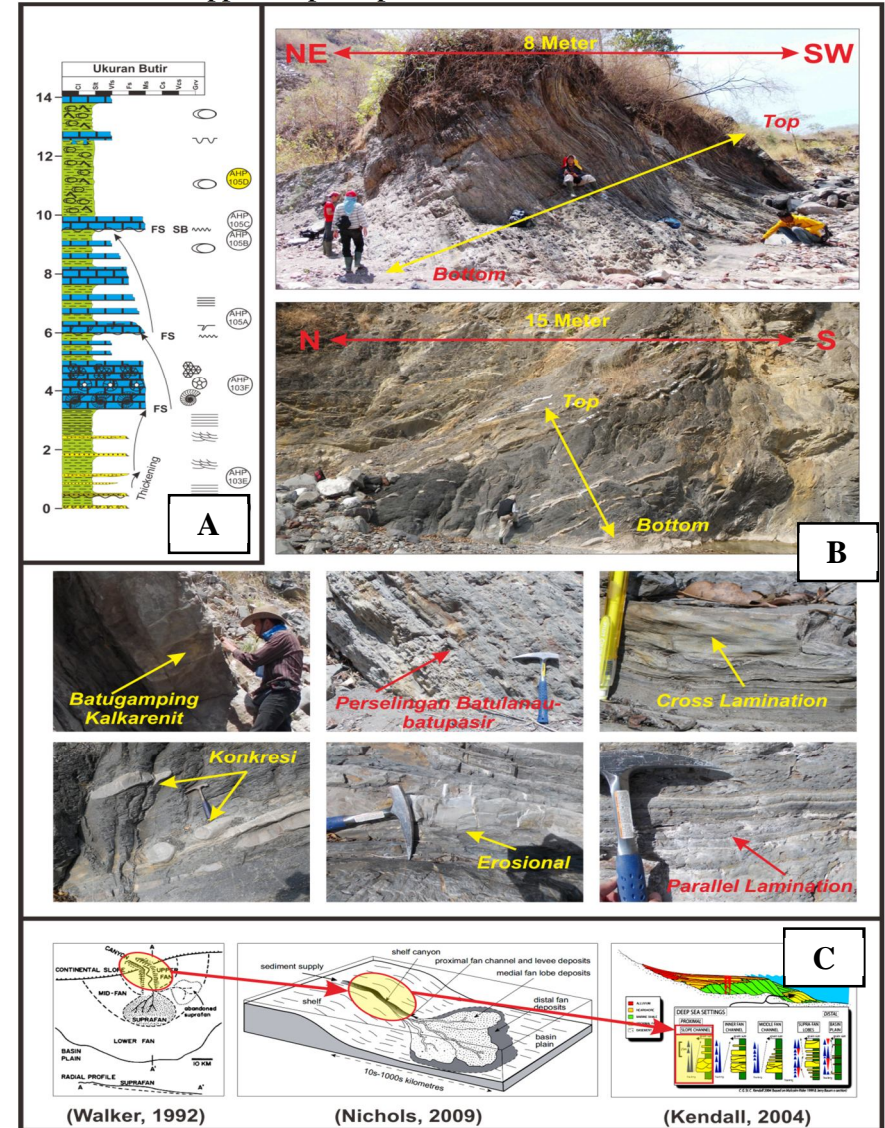
Gambar 2. (A) Penampang stratigrafi yang menunjukkan *thickening upward sequence* dan *normal graded bedding*, (B) Foto lapangan yang menunjukkan *thickening upward sequence* dan struktur sedimen, (C) Model lingkungan pengendapan dari Fasies *Suprafan Lobe Deposit* (Lokasi : STA 12 AHP 104 di Sungai Tunsif, Nenas)

1b. Subfasies Middle Fan Channel Deposit



Gambar 3. (A) Penampang stratigrafi yang menunjukkan *thinning upward sequence* dan *fining upward*, (B) Foto lapangan yang menunjukkan litologi, pola *thinning upward sequence* dan struktur sedimen, (C) Model lingkungan pengendapan dari Fasies Middle Fan Channel Deposit (Lokasi : STA 12 AHP 104 di Sungai Tunsif, Nenas)

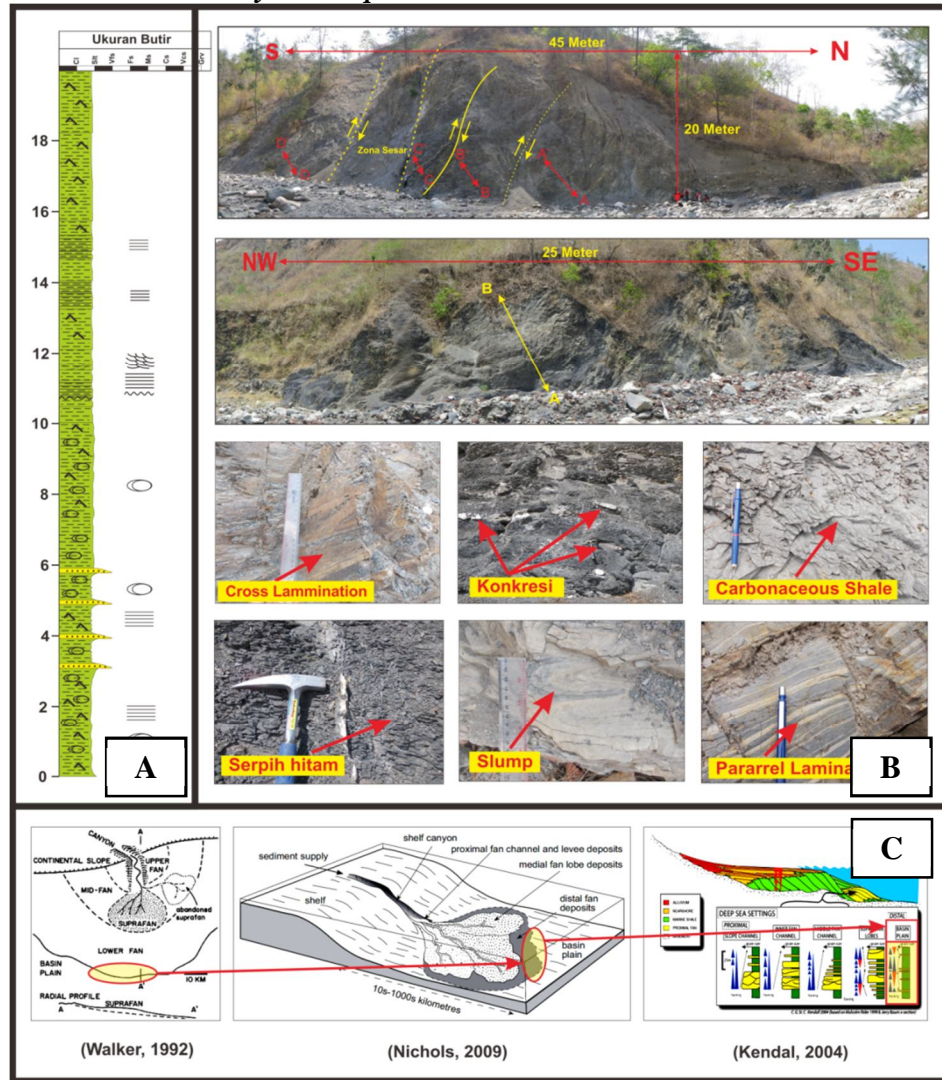
2. Fasies Lower to Upper Slope Deposit



Gambar 4. (A) Penampang stratigrafi yang menunjukkan *thinning and thickening upward sequence*, (B) Foto singkapan dan struktur sedimen, (C) Model lingkungan pengendapan dari Fasies Lower to Upper Slope Deposit (Lokasi : Sungai Tunsif, Nenas)

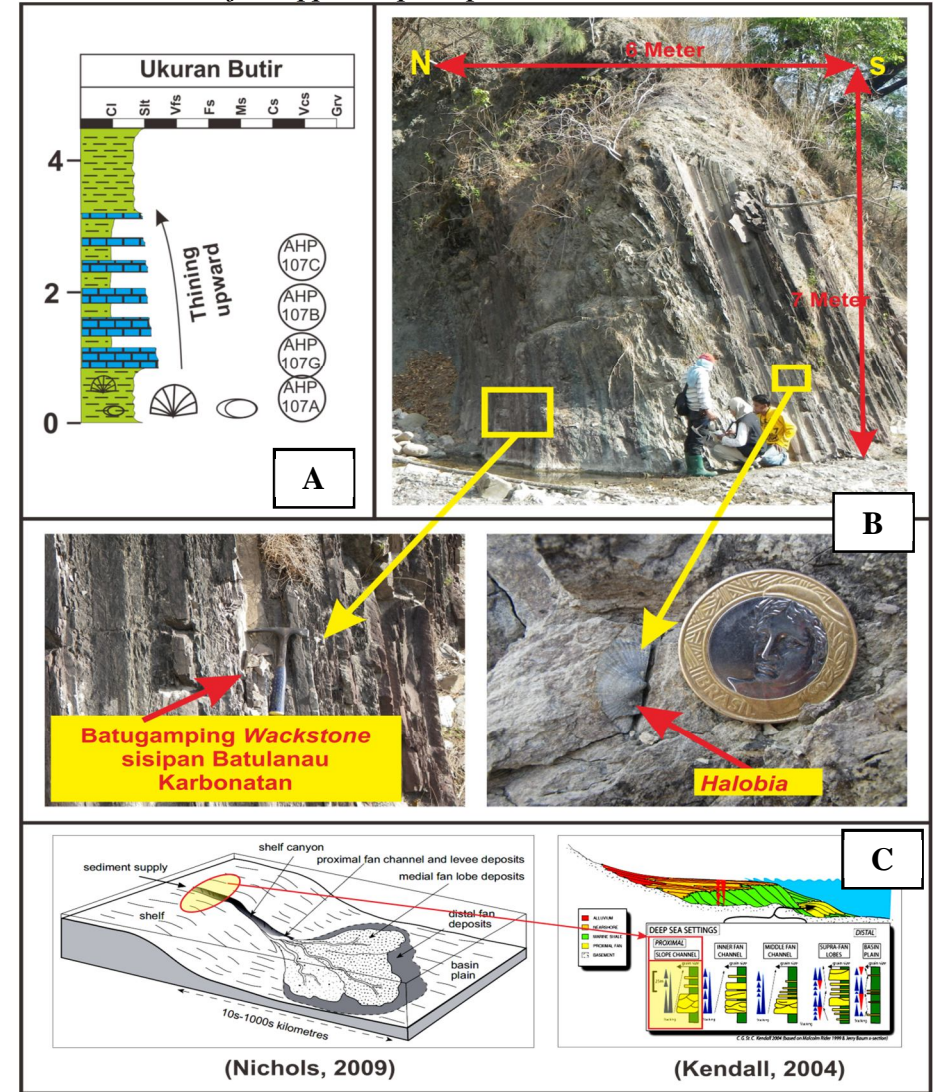
Fasies Batuan Trias

1. Fasies Outer Fan System Deposit



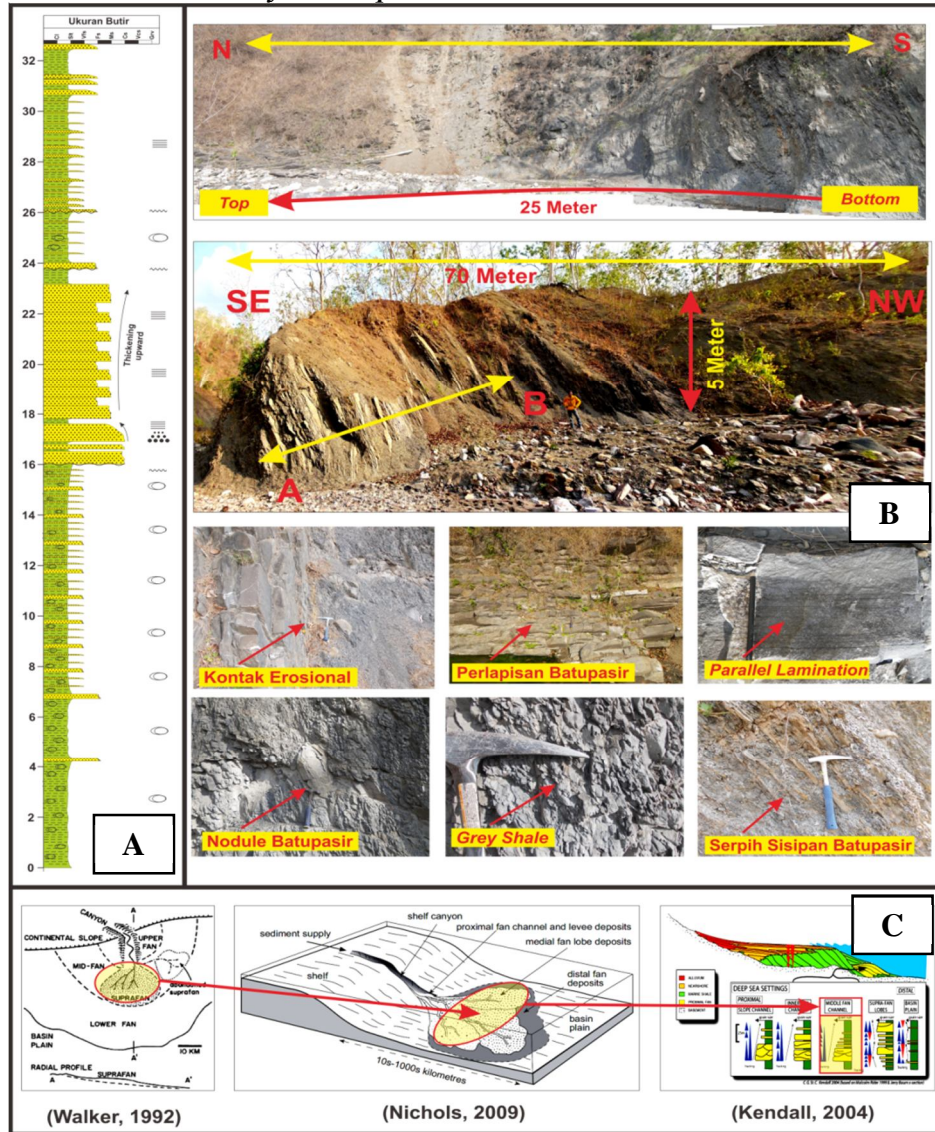
Gambar 5. (A) Penampang stratigrafi yang menunjukkan dominasi litologi serpih dengan sisipan batupasir halus, (B) Foto singkapan dan beberapa struktur sedimen, (C) Model lingkungan pengendapan dari Fasies *Outer Fan System Deposit* (Lokasi: STA 12 AHP 102 di Sungai Tunsif, Nenas)

2. Fasies Outer Shelf to Upper Slope Deposit



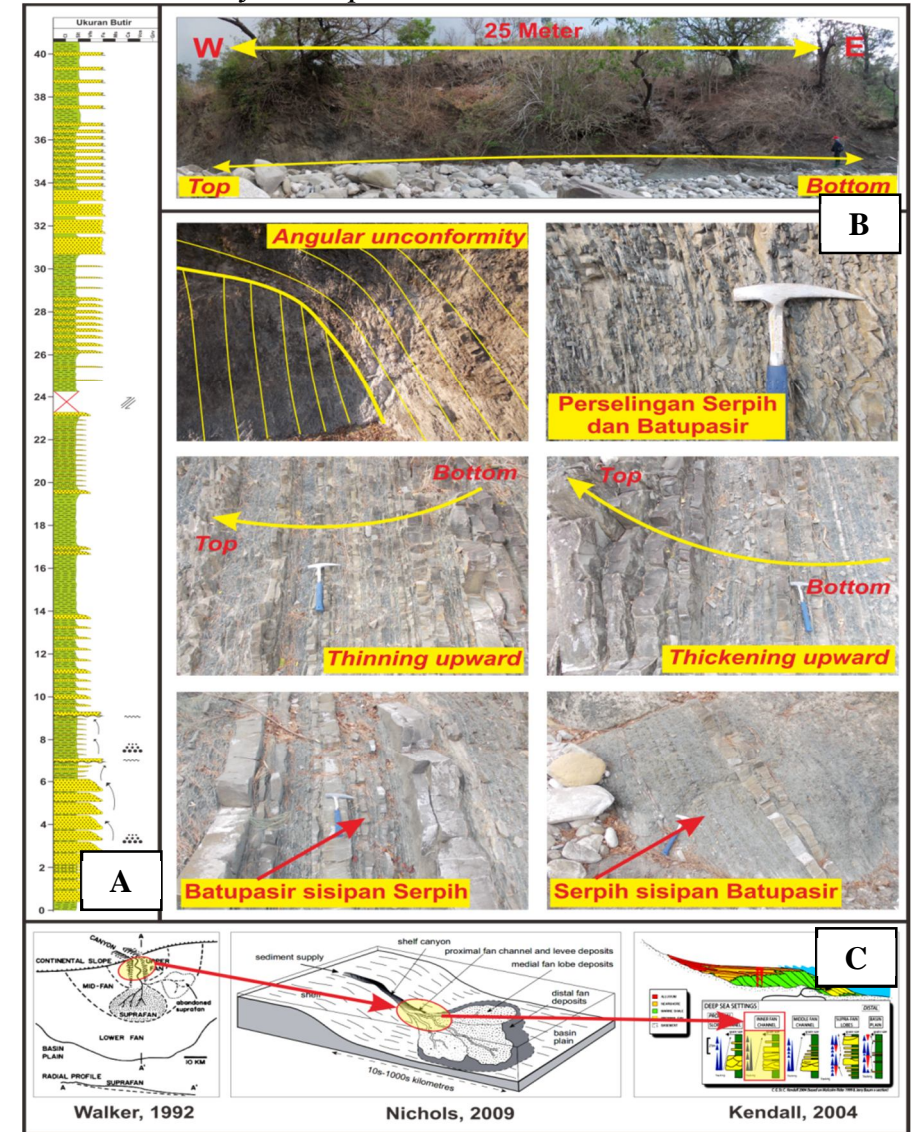
Gambar 6. (A) Penampang stratigrafi yang menunjukkan litologi batugamping wackstone yang menipis ke atas (*thinning upward*), (B) Foto singkapan yang menunjukkan litologi dan makrofosil, (C) Model lingkungan pengendapan dari Fasies *Outer Shelf to Upper Slope Deposit* (Lokasi: 12 AHP 107 di Sungai Besi, Nenas)

3. Fasies Middle Fan System Deposit



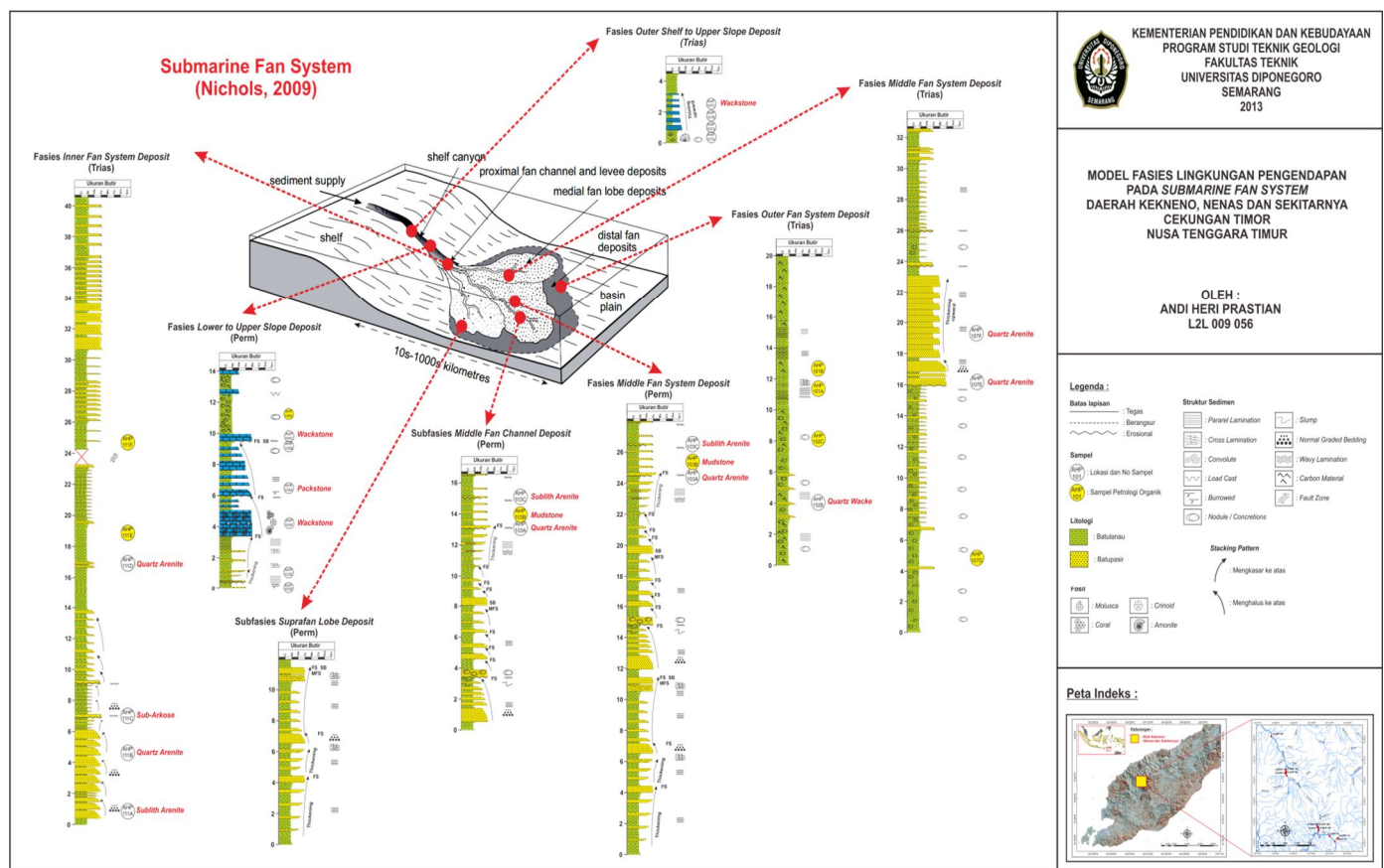
Gambar 7. (A) Foto singkapan dan Penampang stratigrafi yang menunjukkan *thickening upward*, (B) Foto lapangan yang menunjukkan litologi dan struktur sedimen, (C) Model lingkungan pengendapan dari Fasies *Middle Fan System Deposit* (Lokasi: 12 AHP 109 di Sungai Lapunuf, Daerah Nenas)

4. Fasies Inner Fan System Deposit



Gambar 8. (A) Penampang stratigrafi yang menunjukkan *fining upward* dan *thinning upward*, (B) Foto lapangan yang menunjukkan litologi dan struktur sedimen, (C) Model lingkungan pengendapan dari Fasies *Inner Fan System Deposit*

Model Fasies Lingkungan Pengandapan

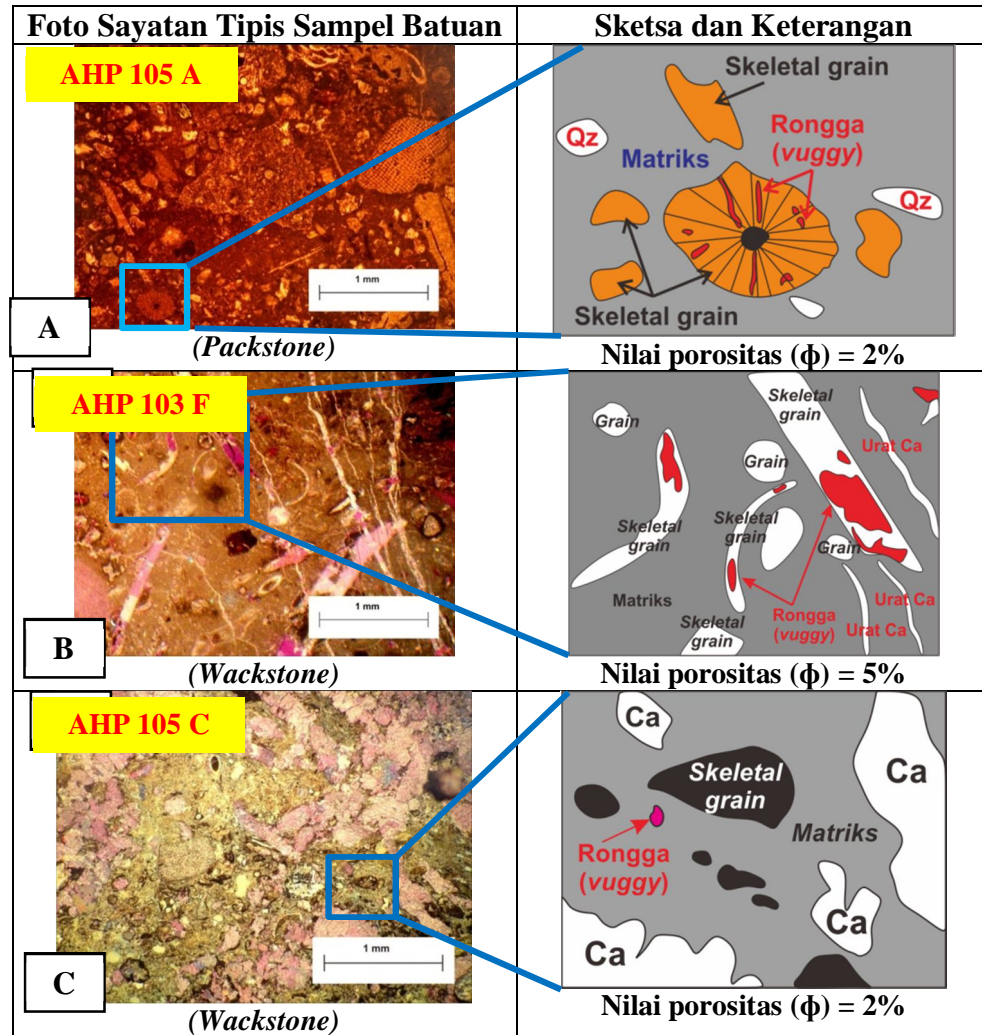


Gambar 9. Model Fasies Lingkungan Pengendapan Batuan Berumur Perm-Trias dari Setiap Fasies yang Dijumpai

Tabel 1. Data Komposisi Kerogen dan *Vitrinite Reflectance* (Sumber: Lembaga Minyak dan Gas Bumi, 2012)

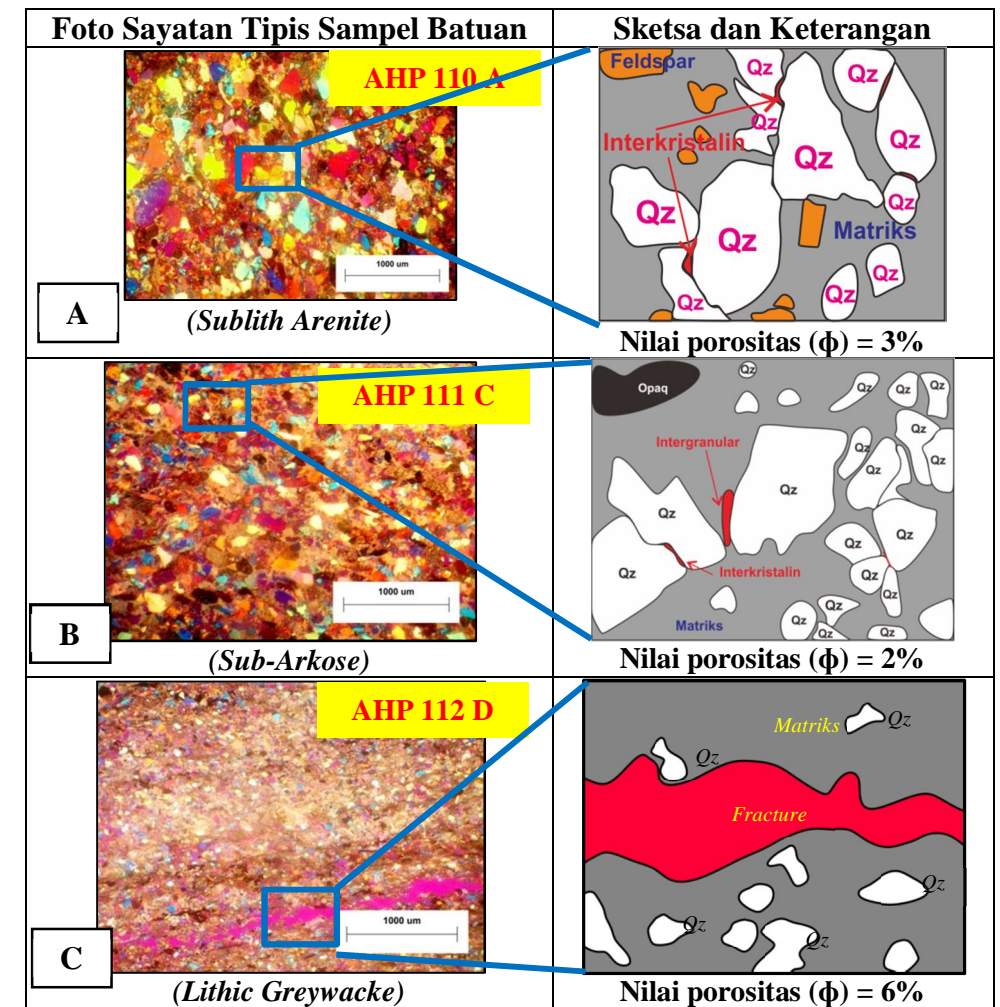
KEROGEN COMPOSITION/TAI AND VITRINITE REFLECTANCE (Ro%) DATA																															
Timor Outcrop Samples																															
No.	Lokasi Pengambilan Sampel	Sample No.	Lithologi	Formasi	Preparation Type	Recovery of Organic Matter	Preservation	Thermal Alteration Index	Kerogen Composition (%)										Thermal Maturity	Level of Vitrinite Clastic	Vitrinite Reflectance						Remarks				
									Fluo. Colors		Amorph.		Lipt./ Esth.	Vit.	Inert.	Proneness (%)		Descriptions			Distribution of Ro% Values										
									Fluo. Amorph.	Lipt. (Herb.)	Fluo.	Non Fluo.				Type I-II	Type III				Type I-II	Type III	Type IV	Oil Prone Kerogen	Gas Kerogen	# R		Range	Reworked / Oxidized		
																													Mean	# R	Range
1	STA 12 AHP 101	12/AP/101A	Cyst, dgry, hd, non calc	Nof	PK	P	H.G	2+3/- to 3-	yes	No Fluo	0,8	5,0	1,8	85,4	7,0	2,6	90,4	Low-Mod Fluo Intensity of Fluo Amorph.; Lipt.: tr. Cutinite, tr spores, tr. Lipodetrinite and tr resinite. Mostly Oxidized vitrinite.	NA												
2	STA 12 AHP 101	12/AP/101B	Cyst, dgry, hd, non calc	Nof	PK	G	H.G	NDP	yes	No Fluo	0,4	8,0	0,5	87,1	4,0	0,9	95,1	Low-Mod Fluo Intensity of Fluo Amorph.; Lipt.: tr. Lipodetrinite and tr resinite. Mostly Oxidized vitrinite.	M			NDP	9	1,07	-	1,48	1,22	Dispersed pyrites, mostly oxidized vitrinite, Poor Content of Good-Excellent Measurable Vitrinite			
3	STA 12 AHP 102	12/AP/102C	Cyst, dgry, hd, non calc	Nof	PK	P	P.M	2+3/- to 3-	yes	No Fluo	0,5	10,0	0,8	85,5	3,2	1,3	95,5	Low-Mod Fluo Intensity of Fluo Amorph.; Lipt.: tr. spores, tr. Lipodetrinite and tr resinite. Mostly Oxidized vitrinite.	NA												
4	STA 12 AHP 103	12/AP/103B	Cyst, dgry, hd, non calc	Atahoc	PK	P	H.G	2+3/- to 3-	yes	No Fluo	0,7	7,0	4,2	81,6	6,5	4,9	88,6	Mod Fluo Intensity of Fluo Amorph.; Lipt.: predom. Lipodet and Spores, tr. cutinite. Mostly Oxidized vitrinite. FOM	NA												
5	STA 12 AHP 105	12/AP/105D	Cyst, dgry, hd, non calc	Orbas	PK	M	P.M	2+ to 2+3/-	-	No Fluo	0,0	5,0	5,3	84,7	5,0	5,3	89,7	Lipt.: predom. Lipodet and Spores, tr. cutinite. Mostly Oxidized vitrinite. FOM	VP			NDP	3	1,49	-	1,53	1,51	Mostly oxidized vitrinite, Very Poor Content of Good-Excellent Measurable Vitrinite Quality			
6	STA 12 AHP 107	12/AP/107D	Cyst, med dgry, hd, calc	Nof	PK	M	P.M	2+ to 2+3/-	-	No Fluo	0,0	15,0	5,2	65,8	14,0	5,2	80,8	Lipt.: predom. Spores and lipodet tr. cutinite, tr. resinite, and tr algal. Mostly Oxidized vitrinite.	P			NDP	6	1,34	-	1,57	1,47	Mostly oxidized vitrinite, Very Poor Content of Good-Excellent Measurable Vitrinite Quality			
7	STA 12 AHP 108	12/AP/108A	Cyst, med dgry, hd, non calc	Babuku	PK	VP	P.M	NDP	yes	No Fluo	0,3	20,0	0,3	74,4	5,0	0,6	94,4	Mod Fluo Intensity of Fluo Amorph.; Lipt.: tr. Lipodetrinite; Mostly Oxidized vitrinite.	NA												
8	STA 12 AHP 110	12/AP/110B	Cyst, med dgry, hd, non calc	Babuku	PK	G	H.G	2+	yes	yes	0,5	5,0	25,5	64,0	5,0	26,0	69,0	Very Low Fluo Intensity of Herb.Liponite. Lipt.: predom. Spores, cutinite and lipodet., tr. Resinite, and tr algal. Mostly Oxidized vitrinite.	M	3	0,75	-	0,81	0,78	15	0,88	-	1,37	1,10	Fair content of Good-Excellent Measurable VR Quality, Predominantly Oxidized Vitrinite.	
9	STA 12 AHP 110	12/AP/110E	Cyst, dgry, hd, non calc	Babuku	PK	G	H.G	2+	It,yes/ yes	yes	0,7	30,0	16,9	47,7	4,7	17,6	77,7	Low Fluo Intensity of Herb.Liponite; Lipt.: predom. Spores, cutinite and lipodet., tr. Resinite, and tr algal. Mostly Oxidized vitrinite.	M	4	0,75	-	0,81	0,78	8	0,88	-	1,31	1,12	Fair content of Good-Excellent Measurable VR Quality, Predominantly Oxidized Vitrinite.	
10	STA 12 AHP 111	12/AP/111E	Cyst, Med dgry, hd, non calc	Babuku	PK	G	P.M	2 to 2/2+	yes	yes	0,5	35,0	12,4	45,3	6,8	12,9	80,3	Low and Mod Fluo Intensity of Herb.Lipt. and Fluo Amorph; Lipt.: predom. cutinite and lipodet., tr. Spores, tr. algal, Mostly Oxidized vitrinite. FOM	M			NDP	16	0,92	-	1,48	1,17	Abundant pyrites, mostly oxidized vitrinite, Poor Content of Good-Excellent Measurable Vitrinite Quality			
11	STA 12 AHP 111	12/AP/111F	Cyst, dgry, hd, non calc	Babuku	PK	P	P.M	2 to 2/2+	It,yes/ yes	yes	3,0	20,0	6,3	67,0	3,7	9,3	87,0	Low and Mod-Strong Fluo Intensity of Herb.Lipt. and Fluo Amorph.; Lipt.: predom. cutinite and spores, tr. lipodet and resinite. Mostly Oxidized vitrinite.	NA												
12	STA 12 AHP 112	12/AP/112E	Cyst, dgry, hd, non calc	Babuku	PK	G	H.G	2 to 2/2+	-	It,yes-yes	0,0	2,0	5,2	88,3	4,5	5,2	90,3	Mod-Strong Fluo Intensity of Herb.Lipt.; Lipt.: predom. Spores, cutinite, and algal tr. lipodet. Mostly Oxidized vitrinite.	M	3	0,99	-	0,42	0,40	8	0,82	-	1,18	0,97	Poor content of Good-Excellent Measurable VR Quality, Predominantly Oxidized Vitrinite.	
Notes :																															
PK : Polished Kerogen Concentrate									G : Good		Tr : Trace (< 1%)																				
# R : Number of Readings									M : Moderate		Barren : No or Poor Vitrinite and/or No Measurable Vitrinite																				
NDP : No Determination Possible									P : Poor				Q1 : Excellent Measurable Vitrinite Quality																		
NA : Not Analyzed									VP : Very Poor				Q2 : Good Measurable Vitrinite Quality																		
																				Q3 : Poor Measurable Vitrinite Quality											
																				Q4 : Unsuitable Measurable Vitrinite Quality											

Sayatan Tipis Batugamping Kalkarenit Formasi Cribas



Gambar 10. Kenampakan Petrografis Batugamping Kalkarenit dari Formasi Cribas pada STA 12 AHP 103 dan 12 AHP 105 di Sungai Tunsif, Nenas; (A) Sampel AHP 105 A *Packstone* yang didominasi *skeletal grain* dan mineral kuarsa, (B) Sampel AHP 103 F *Wackstone* yang terlihat banyak rekahan, (C) Sampel AHP 105 C *Wackstone* yang telah mengalami *Replacement*

Sayatan Tipis Batupasir Formasi Babulu



Gambar 11. Kenampakan sayatan Tipis Batupasir Formasi Babulu dari STA 12 AHP 110, 111, dan 112 di Lintasan Sungai Besi dan Sungai Lapunuf, Nenas; (A) Sampel AHP 110 A *Sublith Arenite*, (B) Sampel AHP 111 C *Sub-Arkose*, (C) Sampel AHP 112 D *Lithic Greywacke* dengan terdapat rekahan